

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-124481  
(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl. H01L 31/04

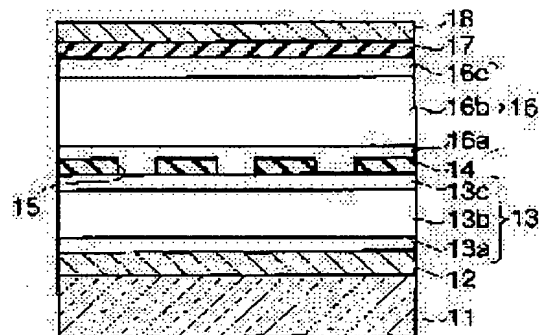
(21)Application number : 2001-314040 (71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
(22)Date of filing : 11.10.2001 (72)Inventor : KONDO KATSUHIKO  
NISHINOMIYA TATSUYUKI  
YAMAGUCHI KENGO

## (54) SOLAR BATTERY

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a solar battery which exhibits a high conversion efficiency.

SOLUTION: The solar battery comprises a plurality of cells 13, 16 of a pin type or an nip type structure made of an amorphous Si or a crystalline Si on a glass board 11 via a transparent electrode layer 12 and laminated in multiple-stages. In this battery, at least one set of adjacent cells 13, 16 are brought into part contact with each other via the opening hole 15 of an insulating film 14 formed between the cells 13 and 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-124481  
(P2003-124481A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003.4.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 31/04

識別記号

F I  
H 0 1 L 31/04

サーチワード(参考)  
W 5 F 0 5 1

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-314040(P2001-314040)

(22) 出願日 平成13年10月11日 (2001.10.11)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 近藤 勝彦

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 西宮 立亨

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

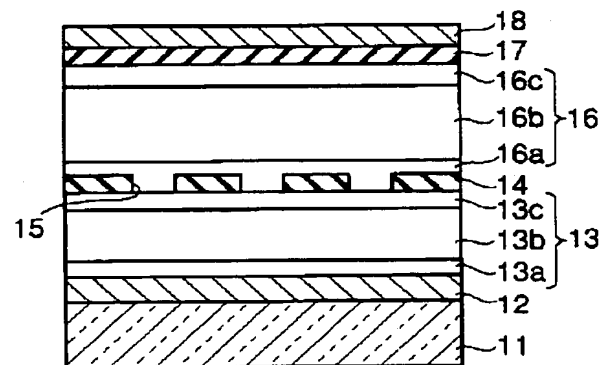
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池

(57) 【要約】

【課題】 高い変換効率を示す太陽電池を得ることを課題とする。

【解決手段】 ガラス基板11上に透明電極層12を介してアモルファスSi又は結晶質Siよりなるpin型又はnip型構造の複数のセル13、16を多段に積層した太陽電池において、少なくとも1組の隣り合うセル13、16同士が、セル13、16間に形成された絶縁膜14の開口穴15を介して部分的に接触していることを特徴とする太陽電池。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持体上に透明電極層を介してアモルファスSi又は結晶質Siよりなるpin型又はnip型構造の複数のセルを多段に積層した太陽電池において、少なくとも1組の隣り合うセル同士が、セル間に形成された絶縁膜の開口穴を介して部分的に接触していることを特徴とする太陽電池。

【請求項2】 前記絶縁膜は、膜厚10Å～1μm、開口率1%～90%の酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜であることを特徴とする請求項1記載の太陽電池。

【請求項3】 前記絶縁膜は、膜厚10Å～1μm、開口率1%～90%の酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜、及び厚さ100Å～1μmのZnO又はITO膜を前記支持体側より順次積層されたものであることを特徴とする請求項1記載の太陽電池。

【請求項4】 前記酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜は、CVD法、イオンプレーティング法、真空蒸着法のいずれかにより前面に形成した後、イオンビーム照射又はレーザー照射によるエッチングにより前記膜の一部に開口穴を形成することにより得られることを特徴とする請求項2又は請求項3記載の太陽電池。

【請求項5】 前記酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜は、支持体側のセル表面又は表面近傍に設置したマスクを介してCVD法、イオンプレーティング法、真空蒸着法のいずれかにより形成することにより得られることを特徴とする請求項2又は請求項3記載の太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、pin型又はnip型構造の複数のセルを多段に積層した太陽電池に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、薄膜型シリコン太陽電池としては、例えば図3に示すものが知られている。図中の付番1は、厚みが約1mmのガラス基板を示す。この基板1上には、ITO、SnO<sub>2</sub>等からなる膜厚0.6～1.0μmの透明導電膜2を介して第1のセル3、第2のセル4、ITOからなる膜厚0.01～1.0μmの酸化物膜5及び膜厚0.3～0.6μmの金属電極膜6が順次形成されている。ここで、第1のセル3は、p型の非晶質Si発電膜3aと、i型の非晶質Si発電膜3bと、n型の非晶質Si発電膜3cとから構成されている。また、第2のセル4は、p型の非晶質Si発電膜4aと、i型の非晶質Si発電膜4bと、n型の非晶質Si発電膜4cとから構成されている。ここで、前記各発電膜の膜厚は0.005～0.5μmである。

【0003】なお、発電膜として微結晶シリコンを用いた場合の膜厚は、0.005～5.0mmである。また、発電膜3a、4aはp型、発電膜3c、4cはn型である場合について述べたが、発電膜3a、4aがn

(2)

型、発電膜3c、4cがp型である場合でもよい。

【0004】こうした構成の太陽電池において、太陽光はガラス基板1側から入射して透明電極膜2を透過して各発電膜に入射する。太陽光は、発電膜3aに吸収されて、透明導電膜2と金属電極膜6との間に起電力が発生し、電力を外部に取り出すことができる。ところで、こうした太陽電池において、電池の発電効率を向上させるために、例えば前記発電膜3a～3cをa-Si、前記発電膜4a～4cを結晶質Siで構成するように、前記発電膜3a～3c、4a～4cを夫々光吸収帯域の異なる材質とすることで入射光を有効に利用することが広く行われており、タンデム型太陽電池と呼ばれている。

【0005】特開平10-294481は、非晶質シリコン系薄膜光電ユニットと結晶質系光電変換ユニットを2段積層させたタンデム型光電変換装置を示す。同装置は、図4に示す構成となっている。図中の符番21は基板であり、この基板21上に裏面電極22を介して光電変換ユニット23、24が2段に積層されている。一方の光電変換ユニット23は、プラズマ法によって順次積層された一導電型層25と、結晶質を含むシリコン系薄膜の光電変換層26と、逆導電型半導体層27とから構成されている。他方の光電変換ユニット24は、プラズマ法によって順次積層された一導電型層28と、結晶質を含むシリコン系薄膜の光電変換層29と、逆導電型半導体層30とから構成されている。前記光電変換ユニット24上には、前面透明電極31、櫛型電極32が順次形成されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のタンデム型太陽電池では、材質が異なる層界面には界面未結合手が存在し、これにより光発生キャリアの拡散長が低下して、発電電圧の低下や電流損失が生じると考えられており、改善の余地があった。

【0007】本発明は上記事情を考慮してなされたもので、支持体上に透明電極層を介してpin型又はnip型構造の複数のセルを多段に積層した太陽電池において、少なくとも1組の隣り合うセル同士が、セル間に形成された絶縁膜の開口穴を介して部分的に接触している構成にすることにより、隣り合うセル同士を点接触させ、もって高い変換効率を示す太陽電池を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、支持体上に透明電極層を介してアモルファスSi又は結晶質Siよりなるpin型又はnip型構造の複数のセルを多段に積層した太陽電池において、少なくとも1組の隣り合うセル同士が、セル間に形成された絶縁膜の開口穴を介して部分的に接触していることを特徴とする太陽電池である。

【0009】本発明において、前記絶縁膜（パッシベ

ション膜)としては、膜厚 $10\text{Å}\sim 1\mu\text{m}$ 、開口率 $1\%\sim 90\%$ の酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜が挙げられる。ここで、膜厚を $10\text{Å}$ 未満であるとカバレッジが不十分であり、膜厚が $1\mu\text{m}$ を超えると1段目及び2段目のi層で発生した光キャリアが1段目のセルと2段目のセルの間を通過するときの損失が大きくなる。

【0010】また、開口率が $1\%$ 未満であると電流が流れにくく、開口率が $90\%$ を超えると隣り合うセル同士の接触面積をつぶめた効果が小さくなる。更に、前記開口穴の形状は特に限定されず、丸穴、角穴、楕円穴、スリット形状等いずれの形状でもよい。なお、上記「開口率」とは、開口率 $(\%) = (\text{開口穴}/\text{セルの表面積}) \times 100$ で表す。

【0011】また、前記絶縁膜としては、膜厚 $10\text{Å}\sim 1\mu\text{m}$ 、開口率 $1\%\sim 90\%$ の酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜、及び厚さ $100\text{Å}\sim 1\mu\text{m}$ のZnO又はITO薄膜を前記支持体側より順次積層されたものでもよい。

【0012】本発明において、前記酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜は、CVD法、イオンプレーティング法、真空蒸着法のいずれかの方法で形成した後、イオンビーム照射又はレーザー照射によるエッチングにより前記膜の一部に開口穴を形成することができる。また、前記酸化物膜又は窒化物膜又は炭化物膜は、支持体側のセル表面又は表面近傍に設置したマスクを介してCVD法、イオンプレーティング法、真空蒸着法のいずれかの方法で形成することにより得ることができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の各実施例に係る太陽電池について説明する。

(実施例1) 図1を参照する。図中の付番11は、厚みが約 $1\text{mm}$ のガラス基板を示す。この基板11上には、ITO、 $\text{SnO}_2$ 等からなる膜厚 $0.6\sim 1.0\mu\text{m}$ の透明導電膜12を介して第1のセル13が形成されている。ここで、第1のセル13は、p型の非晶質Si発電膜13aと、i型の非晶質Si発電膜13bと、n型の非晶質Si発電膜13cとから構成されている。ここで、前記各発電膜の膜厚は $0.005\sim 0.5\mu\text{m}$ である。

【0014】前記第1のセル13上には、絶縁膜としての $\text{SiO}_2$ 膜14が形成されている。ここで、 $\text{SiO}_2$ 膜14の膜厚は例えば $100\mu\text{m}$ であり、開口率は例えば $10\%$ である。前記 $\text{SiO}_2$ 膜14は、イオンプレーティング法で形成した後、イオンビーム照射又はレーザー照射によるエッチングにより前記 $\text{SiO}_2$ 膜14膜の一部に開口穴15を形成することができる。ここで、前記開口穴15の形状は、平面的に見て多数の丸穴を格子状に配置した形状となっている。

【0015】前記 $\text{SiO}_2$ 膜14上には、第2のセル16、膜厚 $0.01\sim 1.0\mu\text{m}$ の酸化物膜(ITO膜)

17及び膜厚 $0.3\sim 0.6\mu\text{m}$ のAgからなる金属電極膜18が順次形成されている。ここで、第2のセル16は、p型のSi非晶質発電膜16aと、i型の非晶質Si発電膜16bと、n型の非晶質Si発電膜16cとから構成されている。ここで、前記各発電膜の膜厚は $0.005\sim 0.5\mu\text{m}$ である。

【0016】上記実施例1によれば、第1のセル13と第2のセル16間に両セル13、16同士を点接触させる開口部15を有した $\text{SiO}_2$ 膜14を配置した構成(点接触構造)となっているため、 $\text{SiO}_2$ 膜が無いときと比較して一層高い変換効率を示した。

【0017】事実、 $\text{SiO}_2$ 膜14の開口率を $1\%\sim 90\%$ と変えた場合及び $\text{SiO}_2$ 膜(絶縁膜)が無い場合(従来)と規格変換効率との関係を調べたところ、図5に示す結果が得られた。図5より、本発明による太陽電池の変換効率が、従来の太陽電池と比べ、大きな値が得られることが確認できた。

【0018】また、 $\text{SiO}_2$ 膜の開口率を一定にして $\text{SiO}_2$ 膜の膜厚を $0.001\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ と変えた場合及び $\text{SiO}_2$ 膜が無い場合(従来)と規格変換効率との関係を調べたところ、図6に示す結果が得られた。図6より、本発明による太陽電池の変換効率が、従来の太陽電池と比べ、大きな値が得られることが確認できた。

【0019】(実施例2) 図2を参照する。なお、図1と同部材は同付番を付して説明を省略する。図中の符番19は、 $\text{SiO}_2$ 膜14を含む第1のセル13上に形成されたZnO又はITOからなる中間層を示す。ここで、中間層19の膜厚は、例えば $0.01\mu\text{m}$ とする。

【0020】実施例2によれば、実施例1と同様、高い変換効率が得られた。事実、 $\text{SiO}_2$ 膜14の膜厚を $100\text{Å}$ 、 $\text{SiO}_2$ 膜の開口率を $10\%$ として中間層の膜厚を変えた場合及び $\text{SiO}_2$ 膜も中間層も無い場合(従来)と規格変換効率との関係を調べたところ、図7に示す結果が得られた。図7より、中間層19の膜厚を $0.001\sim 1\mu\text{m}$ とした場合の変換効率が、従来の場合とそれと比べ、大きな値が得られることが確認できた。

【0021】(実施例3) 本実施例3は、実施例1と比べ、 $\text{SiO}_2$ 膜を形成した後、レーザーエッチングによるパターニングを行って $\text{SiO}_2$ 膜に開口穴を形成する以外は、実施例1と同様な方法により太陽電池を形成した。実施例3によれば、 $\text{SiO}_2$ 膜の膜厚 $0.001\sim 1\mu\text{m}$ 、開口率 $1\sim 90\%$ の範囲で変換効率が向上した。

【0022】なお、上記実施例では、絶縁膜として $\text{SiO}_2$ 膜を用いた場合について述べたが、これに限らず、 $\text{SiC}$ 膜、あるいは $\text{SiN}$ 膜等を用いてもよい。また、上記実施例では、pin型構造の2段のセルの場合について述べたが、これに限らず、nip型構造の2段のセルの場合にも上記実施例と同様に適用できる。また、セル数も2段に限らず、3段以上のセルにも適用できる。

## 【0023】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、支持体上に透明電極層を介してpin型又はnip型構造の複数のセルを多段に積層した太陽電池において、少なくとも1組の隣り合うセル同士が、セル間に形成された絶縁膜の開口穴を介して部分的に接触している構成にすることにより、隣り合うセル同士を点接触させ、もって高い変換効率を示す太陽電池を提供できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1に係る太陽電池の断面図。

【図2】 本発明の実施例2に係る太陽電池の断面図。

【図3】 従来の太陽電池の断面図。

【図4】 従来の他の太陽電池の断面図。

【図5】 実施例1による太陽電池に使用されるSiO<sub>2</sub>膜の開口率及びSiO<sub>2</sub>膜が無い場合の太陽電池による規格化変換効率を示す特性図。

【図6】 実施例1による太陽電池に使用されるSiO<sub>2</sub>

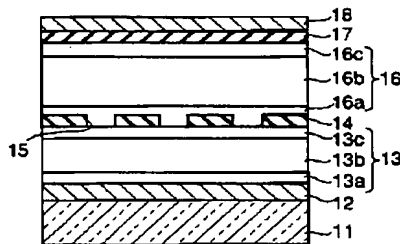
膜の膜厚及びSiO<sub>2</sub>膜が無い場合の太陽電池による規格化変換効率を示す特性図。

【図7】 実施例2による太陽電池に使用されるSiO<sub>2</sub>膜の開口率及びSiO<sub>2</sub>膜が無い場合の太陽電池による規格化変換効率を示す特性図。

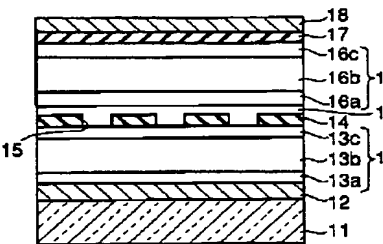
## 【符号の説明】

- 11…ガラス基板、  
12…透明電極膜、  
13…第1のセル、  
13a, 13b, 13c, 16a, 16b, 16c…非晶質Si発電膜、  
14…SiO<sub>2</sub>膜（絶縁膜）、  
15…開口穴、  
16…第2のセル、  
17…酸化物膜（ITO膜）、  
18…金属電極膜、  
19…中間層。

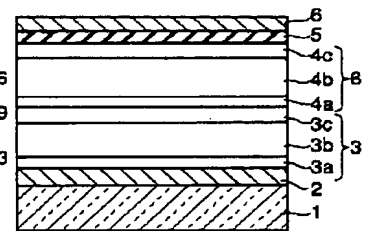
【図1】



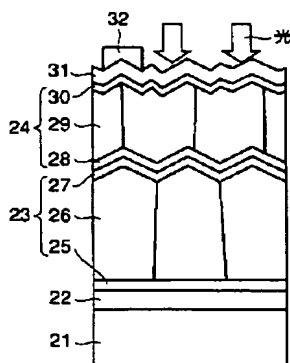
【図2】



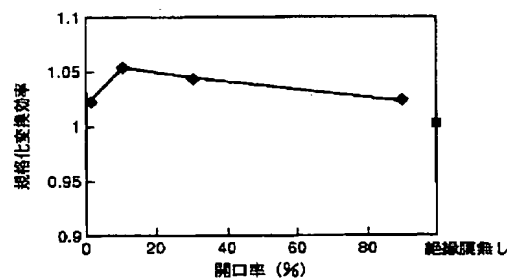
【図3】



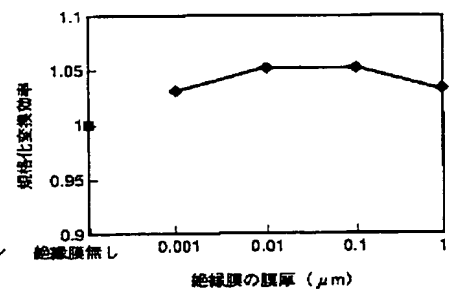
【図4】



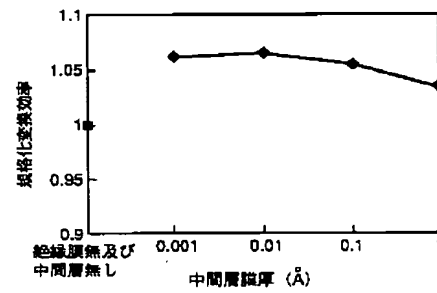
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(72) 発明者 山口 賢剛

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三  
菱重工業株式会社長崎研究所内

F ターム(参考) 5F051 AA03 AA05 CB12 CB14 CB22  
DA15 DA18 DA20